

济钢120tLF精炼炉的工艺优化

郑淑胜, 唐立冬, 张茂存

(济南钢铁股份有限公司 第三炼钢厂, 山东 济南250101)

摘要: 为适应连铸节奏, 济钢第三炼钢厂通过优化钢铁料结构、提高转炉终点命中率、优化LF造渣及吹氩工艺、强化LF脱氧、脱硫等措施, 缩短精炼周期17min, 降低精炼电耗6.7kW.h/t, 满足了高附加值钢种的工艺要求并实现了多炉连浇。

关键词: LF; 精炼周期; 工艺优化

中图分类号: TF703.5 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2006) 03-0026-03

Process Optimization of 120t Ladle Furnace at Jigang

ZHENG Shu-sheng, TANG Li-dong, ZHANG Mao-cun

(No.3 Steelmaking Plant of Jinan Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: In order to adapt the rhythm of the continuous casting, No.3 Steelmaking Plant of Jigang optimizes specific iron and steel structure, increases the percentage of goal hits of the converter, optimizes LF slag-making and argon blowing processes and intensifies LF deoxidation and desulphuration etc, shortening refining period 17min, reducing the electric consume 6.7kW.h/t. Then the process demands of high additional value steel grades are satisfied and many heats continuous casting is realized.

Key words: ladle furnace; refining period; process optimization

济南钢铁股份有限公司第三炼钢厂(简称济钢第三炼钢厂)生产线是一条新建的生产线,设计120t转炉3座,配LF/VD1座,LF精炼炉2座,中厚板坯铸机1台和中薄板坯铸机2台。一期工程为“一对一”的生产线,向济钢中厚板厂输送板坯,已于2003年3月投产;二期工程到2005年7月已陆续竣工。其工艺流程为:

KR→BOF→CAS→LF/VD→CCM或KR→BOF→CAS→CCM。

2004年全年累计LF的精炼周期58min,连铸周期43min,随着连铸不断提速连铸周期已缩短为30~33min,显然不匹配,尤其对济钢第三炼钢厂“一对一”的生产线而言,已经成为生产品种钢的限制性环节,随着产能的进一步释放,矛盾将更加突出。为适应连铸节奏,精炼时间必须缩短。因此,对工艺进行优化,以实现高专品种钢的生产和多炉连浇。

1 LF主要工艺技术参数

济钢第三炼钢厂一期工程主要配有120t顶底复吹转炉1座、120tLF/VD精炼设备1套、200/270mm×1200~2100mm板坯铸机1台,精炼工序主要生产低合金高强度钢、锅炉钢、容器钢、桥梁钢、船板钢、耐蚀钢、管线钢等。LF采用双钢包车、单处理位、每个等待位设有1台双线喂线机的工艺布置方式,钢包吹氩采用双透气砖、分路控制。

LF的主要工艺技术参数如下:

公称容量120t; 钢水处理量100~155t; 变压器容量26MVA; 一次电压35V; 二次电压230~320V; 二次最大电流45000A; 最大升温速度5°C/min; 电极直径450mm; 精炼周期40min; 钢包自由空间900mm。

2 LF精炼工艺优化措施

2.1 优化炉料结构及铁水预处理

优化钢铁料结构，根据钢种需要搭配使用废钢，P、S要求严格的钢种采用优质废钢。

铁水经KR脱硫处理，根据钢种需要分别采用浅、中、深脱硫，减轻LF脱硫任务。

2.2 提高转炉温度和成分命中率

根据钢种要求，转炉出钢终点温度控制在1650~1700℃，要求钢水到站（LF）温度不低于1585℃。为减轻LF成分微调的负担，转炉控制好终点碳，提高转炉控制成分的水平，不易氧化的元素尽量一次达到控制要求，在LF一般不再调整。

2.3 挡渣出钢并控制好转炉冶炼节奏

采用挡渣球或挡渣棒控制转炉下渣，严格控制吨钢出钢下渣量5kg以下的工艺要求，以免增加LF的脱氧脱硫负担和造成回磷。出钢时向钢包中加入钢包顶渣提前造渣。控制好炉前的节奏，钢水等精炼的时间不超过10min，严禁出现精炼等钢水的现象。

2.4 优化造渣及吹氩工艺

2.4.1 造渣工艺 LF精炼的核心是造好精炼渣，低氧势、适当碱度、良好的流动性和发泡能力、合理成分配比的精炼渣是发挥LF精炼能力的基础，其操作要点是早化渣，在精炼前期快速造白渣。

采用在出钢时向钢包配加顶渣，通过在CAS站经一定时间的吹氩搅拌，确保钢包渣熔化，减少了在LF加入的渣量，缩短了LF化渣时间。钢包到LF处理位后，加入石灰、萤石等渣料和脱氧剂，增加氩气流量，在进行加热前保证精炼渣基本熔化，LF加热化渣期间进行渣的脱氧和调整渣的碱度、流动性及Al₂O₃含量。第一次加热过程根据初始S含量和出钢下渣情况决定是否补加渣料和脱氧剂，确保在前期形成高碱度的白渣。精炼渣的成分控制见表1。

表1 精炼渣成分控制 %

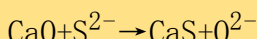
CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO+MnO
50~65	≤17	≤6	10~15	≤1

2.4.2 吹氩工艺 精炼处理过程中吹氩能促进钢渣反应，促进脱氧和脱硫，均匀钢水成分和温度，有利于钢中夹杂物的上浮，钢包吹氩是LF精炼各种处理手段的基础。济钢第三炼钢厂钢包采用双透气砖分路控制，根据LF各处理阶段的不同要求，采用分阶段控制工艺。

加热过程中控制适当的氩气流量，确保有足够的吹氩搅拌功，避免在加热过程中上部温度过高，同时避免由于流量过大，钢、渣剧烈翻腾造成电极振动。在加入渣料、进行合金微调、均匀成分和温度时采用大流量，以促进渣料的快速熔化及成分和温度的快速均匀。随着氩气流量的增加，脱硫速度增加，因此在LF深脱硫阶段，加大氩气流量。喂线结束的后搅是促进夹杂物上浮的重要手段，因此应降低氩气流量，避免钢水的二次氧化和吸气，后搅时间要控制适当，以确保夹杂物充分上浮，同时避免时间过长造成钢水中重新生成Al₂O₃夹杂。由于透气砖的透气性不同，在实际生产过程中不应单纯以氩气流量来判断底吹流量，而应通过观察钢包液面的情况调整氩气流量。

2.5 强化脱氧脱硫

2.5.1 精炼渣脱硫 精炼渣脱硫主要通过以下反应完成：



转炉挡渣出钢，严格控制转炉下渣，出钢时加入硅铝钡脱氧，精炼时加入精炼渣，通过吹氩搅拌，增加钢渣反应界面，使钢渣反应趋于平衡。精炼渣脱硫效果主要受以下因素影响：

(1) 炉渣碱度：随着炉渣碱度的提高，CaO活度提高，有利于脱硫。但随着碱度的提高，炉渣的流动性降低，因此应控制炉渣碱度在适当的范围。对于对点状夹杂要求不严格的钢种来说，炉渣碱度最好控制在

3.0~4.0之间。

(2) 炉渣氧化性：由于精炼渣脱硫为还原反应，因此渣中(FeO+MnO)含量越少越好。挡渣出钢可以避免大量氧化性炉渣进入钢包内，从而降低精炼渣氧化性。如果在精炼时加入精炼渣将(FeO+MnO)含量进一步降低到1.0%以下(最好0.5%以下)，实现在LF内白渣精炼，则可以进行超低硫钢的精炼。其最低硫含量可以降低到 10×10^{-6} 以下。

(3) 精炼渣中 Al_2O_3 含量：当渣中 Al_2O_3 不大于30%时，随着渣中 Al_2O_3 含量的提高，炉渣的熔点降低，流动性提高，有利于脱硫。但是渣中 Al_2O_3 含量提高，对于吸附钢中 Al_2O_3 基夹杂物不利。因此应控制渣中 Al_2O_3 含量在一个适当范围(10%~15%)。

(4) 搅拌：加强搅拌可提高熔池传质速度，增加反应界面，有利于脱硫。

2.5.2 脱氧 LF精炼过程一方面要用脱氧剂最大限度地降低钢中的氧含量，在降低溶解氧的同时，进一步减少渣中不稳定氧化物(FeO+MnO)的含量；另一方面要采取措施使脱氧产物上浮去除。

用强脱氧元素铝脱氧，钢中酸溶铝达到0.03%~0.05%时，钢液脱氧完全^[1]，这时钢中溶解的氧几乎都转变成 Al_2O_3 ，钢液脱氧实质问题是钢中氧化物夹杂的去除问题。尽量避免在出站前15min内进行Alt(Als)的调整，一般在精炼前期进行，以便于 Al_2O_3 夹杂有充分上浮的时间。对LF喂线工艺进行改进，强化钙处理($Ca(15 \sim 30) \times 10^{-6}$)，采用钙处理使夹杂物变性生成低熔点的产物易于去除，提高钢水质量。

2.6 成分微调

根据CAS出站成分和LF第一次取样对比来指导LF成分微调，可以减少一次分析试样的等待时间，有利于缩短处理周期。

3 技术效果

3.1 处理周期

统计了2005年4月23~25日42炉次的情况，总体达到了与连铸节奏匹配的目的，通过组织两座转炉供LF钢水，可以实现多炉连浇。基本情况见表2。

表2 优化LF处理周期的基本情况

项 目	到站温度/℃	加热时间/min	电耗/kW.h	处理周期/min	最高连浇炉数
优化前	1564.8	16	25.8	51.0	3
优化后	1586.2	9	15.5	34.2	11

注：生产钢种为20R、20g、Q460C、JG590

3.2 氧氮控制情况

随机取样分析钢中氧氮含量情况，结果见表3。

表3 钢中氧氮含量情况 $\times 10^{-6}$

炉号	钢种	钢包全氧含量	钢包氮含量	备注
5501846	Q235BH	61	30	CAS处理
5501847	Q235BH	70	37	CAS处理
5501848	Q235B	74	27	CAS处理
5501849	Q235B	64	28	CAS处理
5601012	09CuPCrNi	23	29	LF处理(优化前)
5601014	20R	37	22	LF处理(优化前)

5700887	20g	30	26	LF处理（优化后）
5700888	20g	32	20	LF处理（优化后）
5700904	Q460C	21	23	LF处理（优化后）

可见，经过LF处理的钢水钢中含氧量大大降低（平均降低 38.65×10^{-6} ），但通过LF处理的钢水优化前后变化不大，精炼效果非常显著。

3.3 脱硫效果

随机统计了2005年4月23~25日42炉次的脱硫情况，结果见表4。分析表明，LF的脱硫能力比较强。

表4 脱硫效果 %

项目	到站	出站	脱硫率
变化范围	0.012~0.024	0.003~0.0011	54.2~82.2
平均值	0.017	0.005	70.6

3.4 成分和温度控制精度

随机统计了2005年4月23~25日42炉次的情况，LF炉对成分和温度的控制精度能够满足工艺要求（见表5）。

表5 成分（%）和温度（℃）控制精度

C	Si	Mn	Al	微合金元素	温度
±0.01	±0.03	±0.03	+0.005~0.015	±0.005	±5

注：控制精度是指实际值与目标值相比的波动范围。

4 经济效益

通过工艺优化，精炼周期与连铸匹配可以实现多炉连浇，能够满足钢水质量要求，同时降低了生产成本，获得了非常好的技术经济效益，优化前后对比情况见表6。缩短精炼周期17min，降低精炼电耗6.7kW.h/t，满足了连铸节奏和工艺要求。

表6 优化前后精炼周期和精炼电耗对比

项 目	2005-01~03（优化前）	2005-04~06（优化后）
精炼周期/min	51	34
精炼电耗/kW.h.t ⁻¹	29.9	23.2

因LF处理周期缩短，对电极消耗、钢包耐材消耗等都将降低；另外，考虑到市场形势的变化，高附加值的产品逐渐增加，精炼比将进一步增加，因此，综合经济效益会更加可观。

5 结 语

济钢LF精炼炉通过工艺优化，其脱氧和脱硫效果较好，成分和温度控制精度较高，完全能够满足济钢第三炼钢厂生产容器钢、高强钢等高附加值钢种的工艺要求，精炼周期大大缩短，可以匹配连铸机的生产节奏。

参考文献：

[1] 赵沛，等. 炉外精炼及铁水预处理实用技术手册[M]. 北京：冶金工业出版社，2004，263.

[返回上页](#)